

溫度、鹽度與餵食對油彩蠟膜蝦初期蝦苗培育之影響

城振誠* · 顏夢華 · 陳延親 · 蔡萬生

行政院農業委員會水產試驗所澎湖海洋生物研究中心

摘要

為了建立油彩蠟膜蝦 (*Hymenocera picta*) 之人工繁殖技術，本試驗探討不同的餌料密度、延遲餵食、鹽度及溫度對初期蝦苗成長及活存的影響。在水溫 $27 \pm 1^\circ\text{C}$ 的環境下，初期蝦苗的餌料密度以投餵 2 和 4 隻/ml 豐年蝦無節幼蟲對孵化後 10 天的蝦苗有較佳活存率及成長。延遲餵食結果顯示蝦苗孵化後 2 天內餵食，有較佳的活存率及成長。而蝦苗飼育在鹽度 24 ~ 39 psu 的環境下活存率較佳。溫度方面，蝦苗在 24 ~ 30 °C 的水溫環境下有較佳的活存率，而成長則以 30°C 較佳。本次試驗結果顯示：將油彩蠟膜蝦苗飼養在水溫 30 °C、鹽度 24 ~ 34 psu，且於孵化後 2 日內餵食密度 2 ~ 4 隻/ml 豐年蝦無節幼蟲，將會有較佳的成長及存活率。

關鍵詞：幼苗培育、餌料、鹽度、溫度、油彩蠟膜蝦

前言

油彩蠟膜蝦 (*Hymenocera picta*) 屬於節肢動物門 (Arthropoda)、軟甲綱 (Malacostraca)、十足目 (Decapoda)、長臂蝦科 (Palaemonidae) (Bruce, 1986, 1988)，其體長最大約 5 cm，最小成熟體長為 2.6 cm (城與蔡, 2009)，全身米白鑲嵌藍褐色斑塊，體表有如打過蠟般的光亮，所以稱為油彩蠟膜蝦。大螯內隆起一層薄膜像是帶著一雙拳擊手套，並不時的揮動雙拳像是擂台上矯健的拳擊手，故又被稱為拳擊蝦。另外身上的斑點也像是馬戲團裡的小丑妝扮，所以也稱為「小丑蝦」(Harlequin shrimp)。分布在紅海、阿拉伯海、印度洋、太平洋至巴拿馬等熱帶海域 (Debelius, 1984)，以海星為食物。

Seibt (1973) 發現油彩蠟膜蝦有領域行為及會成對的在一起，Wickle (1973) 更指出油彩蠟膜蝦的配對與費洛蒙有關，雌蝦的螯腳會分泌費洛蒙，只有雄蝦會受費洛蒙吸引而尋找雌蝦，最後緊跟著雌蝦，所以在天然的環境下，雌雄蝦通常

是成對的在一起。孵化後的蝦苗經過 5 ~ 7 個星期的浮游期後才會底棲 (Kraul and Nelson, 1986)，而這期間油彩蠟膜蝦苗共經過 12 期的眼幼蟲 (zoea) 及 1 期的後期蝦苗 (postlarval) (Fiedler, 1994)。底棲後 3 ~ 7 天開始攝食海星，再經過一個月左右就有配對的情況出現，配對後再經 1 個月就可發現抱卵的雌蝦 (城與蔡, 2009)。油彩蠟膜蝦因形態優美，體色鮮豔而受到觀賞水族業的青睞，同時也因為需求以及生態的迫害而導致天然數量的減少，所以對油彩蠟膜蝦進行繁、養殖試驗，期望建立其人工繁殖技術，生產蝦苗供應水族業的需求以減少對自然界的破壞。本研究將探討餌料密度、延遲餵食、鹽度及溫度對初期幼苗成長及存活的影响，以做為建立完整人工繁殖及量產技術之依據。

材料與方法

一、蝦苗養殖

每個試驗皆以 600 ml 的玻璃燒杯為飼育容器，燒杯內裝 400 ml 海水，每個燒杯放養 30 隻剛孵化的蝦苗。開始試驗後每天換水一次，光照條

*通訊作者 / 澎湖縣馬公市崙裡里 266 號; TEL: (06) 995-3416; FAX: (06) 995-3058; E-mail: chengchencheng@mail.ph.tfrin.gov.tw

件為 L12/D12，除鹽度試驗外海水的鹽度維持在 34 ± 1 psu。除溫度試驗外，水溫均維持在 27 ± 1 °C。每天記錄蝦苗的活存數目。豐年蝦卵以 27 °C 的海水孵化 20 小時，孵化後採收豐年蝦無節幼蟲配製成密度 100 隻/ml，再以量筒量取試驗所需的豐年蝦數目餵食。

二、成長指標

利用油彩蠟膜蝦苗第一期至第四期的形態特色做為成長指標，第一期：無眼柄；第二期：眼柄生成 (Fig. 1)；第三期：尾柄與尾肢分開；第四期：內尾肢生成 (Fig. 2)。第二期與第一期的成長差異在於眼柄的生成，第四期與第三期的成長差異在於內尾肢生成。在水溫 25 ~ 27 °C 的環境下，達到第二期的時間為 3 ~ 6 天，達到第四期的時間為 9 ~ 12 天 (Fiedler, 1994)。第一期與第二期的成長差異可由肉眼判斷，然而第三期至第四期的差別，則需利用解剖顯微鏡判別內尾肢生成與否。第四期之後的形態變化較小不易判別，因此以達到第四期蝦苗的比例做為成長的依據。試驗進行時除了達到第二期的時候可利用肉眼觀察並加以記錄外，為了減少對蝦苗成長的干擾，待第 10 天時再利用解剖顯微鏡 (ZEISS Stemi SV11 APO) 進行形態判別並加以記錄。

三、試驗類別

(一) 不同餌料密度對蝦苗活存之影響

本試驗分別以 7 種密度之豐年蝦無節幼蟲 0、0.25、0.5、1、2、4 及 8 隻/ml 餵食油彩蠟膜蝦苗，每種密度各 3 重複。

(二) 延遲投餌對蝦苗活存之影響

試驗分 6 組，分別為孵化後即時餵食、延遲 1 日後再餵食、延遲 2 日後再餵食、延遲 3 日後再餵食、延遲 4 日後再餵食及不餵食組，各試驗組均投餵剛孵化的豐年蝦無節幼蟲 4 隻/ml，每組試驗各 3 重複。

(三) 不同鹽度對油彩蠟膜蝦苗活存之影響

鹽度試驗分 6 組，每組各 3 重複，分別為 14、

19、24、29、34 及 39psu。各試驗組均投餵剛孵化的豐年蝦無節幼蟲 4 隻/ml。

(四) 不同溫度對油彩蠟膜蝦苗活存之影響

溫度試驗共分 6 組，每組各 3 重複，分別為 18、21、24、27、30 及 33 °C，各試驗組均投餵剛孵化的豐年蝦無節幼蟲 4 隻/ml。為了達到試驗溫度而不造成蝦苗緊迫，溫度每 2 小時升降 1 °C，每日升降最多不超過 5 °C。

四、數據分析

實驗數據以 SAS 軟體進行變異數分析 (one way ANOVA)，再由 Duncan's 多變異法進行組間差異比較。

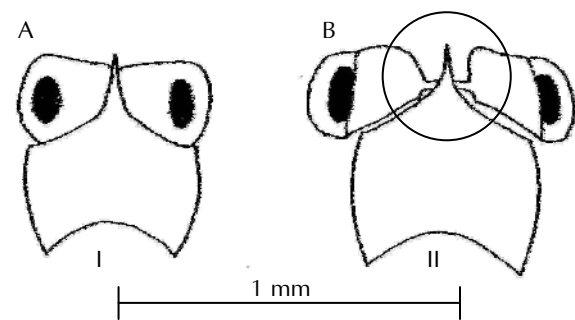


Fig. 1 Carapace of *Hymenocera picta*. A: 1st stage zoea; B: 2nd stage zoea with stalked eyes.

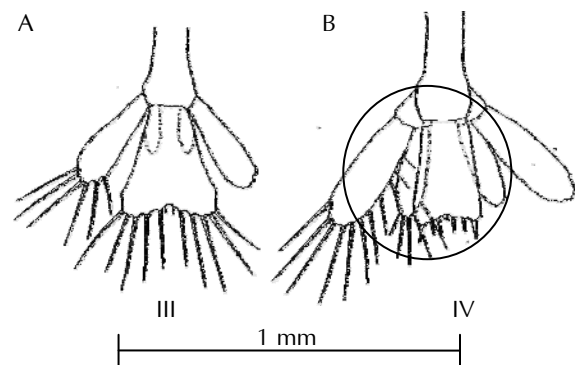


Fig. 2 Telson and uropods of *Hymenocera picta*. A: 3rd stage zoea; B: 4th stage zoea with uropod endopodite.

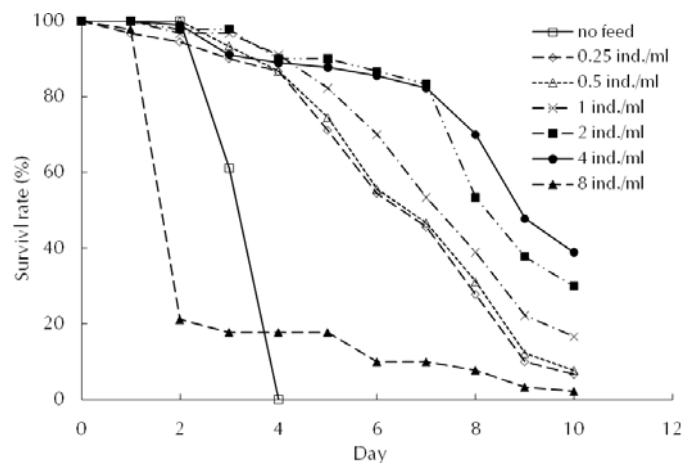


Fig. 3 Survival rate of *Hymenocera picta* larvae fed with *Artemia* nauplii at different concentrations of diet.

Table 1 Survival rate of *Hymenocera picta* larvae fed with *Artemia* nauplii at different concentrations of diet

Artemia nauplii at different diet concentrations (ind./ml)	Survival rate (%) of 3 dph	Survival rate (%) from the 3 dph to 2 nd -stage zoea	Survival rate (%) of 10 dph	Survival rate (%) from the 10 dph to 4 th -stage zoea
0.25	90.0 ± 5.8 ^a	90.0 ± 5.6 ^{bc}	6.7 ± 3.3 ^{bc}	0.0 ± 0.0 ^b
0.5	93.3 ± 6.7 ^a	93.3 ± 4.4 ^c	7.8 ± 5.1 ^{bc}	0.0 ± 0.0 ^b
1	96.7 ± 5.8 ^a	96.7 ± 3.3 ^{ab}	16.7 ± 10.0 ^b	4.2 ± 7.2 ^b
2	97.8 ± 3.8 ^a	100.0 ± 0.0 ^a	30.0 ± 0.0 ^a	9.3 ± 8.5 ^{ab}
4	91.1 ± 6.9 ^a	100.0 ± 0.0 ^a	38.9 ± 6.9 ^a	28.6 ± 1.4 ^a
8*	26.7 ± 4.7 ^c	100.0 ± 0.0 ^a	3.3 ± 4.7 ^c	25.0 ± 35.6 ^a
No feed	61.1 ± 5.1 ^b	100.0 ± 0.0 ^a	0.0 ± 0.0 ^c	

*n = 2

Values were showed as mean ± SD (n = 3).

Means with a different superscript were significant difference ($p \leq 0.05$).

結果

一、不同餌料密度對蝦苗活存之影響

在以豐年蝦無節幼蟲為餌料的投餌密度試驗，孵化後第 3 天的油彩蠟膜蝦苗，除 8 隻/ml 組的 $26.7 \pm 6.9\%$ 及不餵食組的 $61.1 \pm 5.1\%$ 較低外，其餘各組間無顯著差異；第 10 天蝦苗的活存率以 4 隻/ml 組的 $38.9 \pm 6.9\%$ 及 2 隻/ml 組的 $30.0 \pm 0.0\%$ 較高外，與其它各組有顯著差異 ($p \leq 0.05$) (Table 1)；餵食 8 隻/ml 組在第 2 天發生大量死亡的現象，死亡的幼苗為第一期蝦苗，不餵食組在第 4 天全部死亡，死亡的幼苗為第二期蝦苗 (Fig. 3)。

孵化後第 3 天，餵食 2 隻/ml、4 隻/ml 及 8 隻

/ml 及不餵食組活存的蝦苗全部達到第二期蝦苗；孵化後第 10 天，達到第四期蝦苗佔活存蝦苗的比例以餵食 4 隻/ml 組的 $28.6 \pm 1.4\%$ 、8 隻/ml 組的 $25.0 \pm 35.6\%$ 及 2 隻/ml 組的 $9.3 \pm 8.5\%$ 較高 (Table 1)。

二、餵食策略對蝦苗活存之影響

在投餌策略試驗，孵化後第 3 天的油彩蠟膜蝦苗以即時餵食、延遲 1 天及 2 天組的活存率較高，並與延遲 3 天及不餵食組有顯著差異 ($p \leq 0.05$)；孵化第 10 天蝦苗的活存率除不餵食組外，其餘各組間無顯著差異 (Table 2)；不餵食組在第 4 天全部死亡 (Fig. 4)。在成長方面孵化後第 10 天，即時投餌、延遲 1 天及延遲 2 天組的蝦苗到

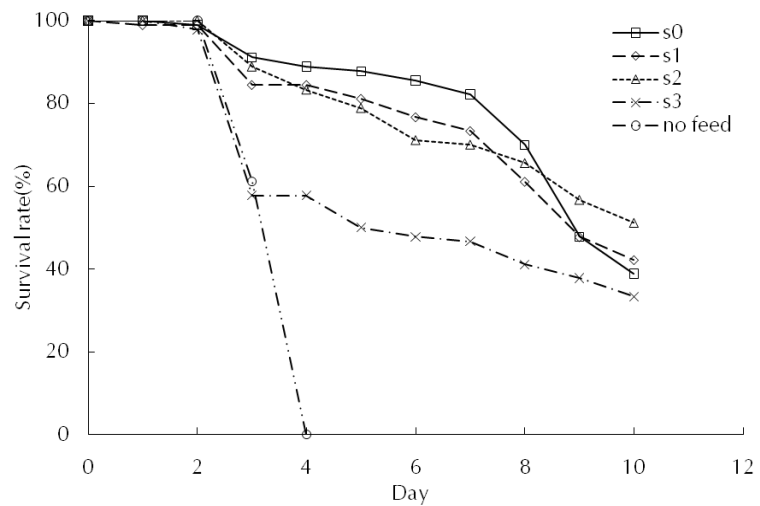


Fig. 4 Survival rate of *Hymenocera picta* larvae starved after the first, second and third days, and then fed with *Artemia* nauplii. s0: fed group; s1, s2, s3: starved group from 1 to 3 dph, respectively.

Table 2 Survival rate of *Hymenocera picta* larvae starved after the first, second and third days, and then fed with *Artemia* nauplii

Day of initial feeding	Survival rate (%) of 3 dph	Survival rate (%) from the 3 dph to 2 nd -stage zoea	Survival rate (%) of 10 dph	Survival rate (%) from the 10 dph to 4 th -stage zoea
0	99.1 ± 6.9 ^a	100.0 ± 0.0 ^a	38.9 ± 6.9 ^a	28.6 ± 1.4 ^a
1	84.4 ± 7.7 ^a	90.1 ± 6.5 ^{bc}	42.2 ± 25.9 ^a	46.3 ± 4.0 ^a
2	88.9 ± 5.1 ^a	93.9 ± 4.0 ^{ab}	51.1 ± 9.6 ^a	39.1 ± 20.4 ^a
3	57.7 ± 3.8 ^b	86.6 ± 2.9 ^c	33.3 ± 3.3 ^a	9.7 ± 10.0 ^b
No feed	61.1 ± 5.1 ^b	100.0 ± 0.0 ^a	0.0 ± 0.0 ^b	

Values were showed as mean ± SD (n = 3).

Means with a different superscript were significant difference ($p \leq 0.05$).

Table 3 Survival rate of *Hymenocera picta* larva under different salinities

Salinity (psu)	Survival rate (%) of 3 dph	Survival rate (%) from the 3 dph to 2 nd -stage zoea	Survival rate (%) of 10 dph	Survival rate (%) from the 10 dph to 4 th -stage zoea
14	86.7 ± 10.0 ^a	0.0 ± 0.0 ^b	4.4 ± 1.9 ^c	0.0 ± 0.0
19	72.2 ± 6.9 ^b	82.5 ± 8.4 ^a	22.2 ± 10.2 ^{bc}	0.0 ± 0.0
24	95.6 ± 3.8 ^a	90.6 ± 2.3 ^a	58.9 ± 12.6 ^a	3.7 ± 3.4
29	93.3 ± 6.7 ^a	94.4 ± 1.8 ^a	64.4 ± 19.5 ^a	0.0 ± 0.0
34	92.2 ± 6.9 ^a	84.4 ± 9.3 ^a	65.6 ± 8.4 ^a	16.7 ± 21.3
39	83.3 ± 6.7 ^{ab}	83.1 ± 10.9 ^a	42.2 ± 15.0 ^{ab}	8.4 ± 8.8

Values were showed as mean ± SD (n = 3).

Means with a different superscript were significant difference ($p \leq 0.05$).

第四期蝦苗佔活存蝦苗的比例較延遲 3 天組高 (Table 2)。

三、不同鹽度對蝦苗活存之影響

在不同鹽度試驗，孵化後第 3 天的油彩蠟膜

蝦苗除 14 psu 組的活存率 72.2 ± 6.9% 較低外，其餘各組並無顯著差異 (Table 3)；第 10 天的活存率以 24、29、34 及 39 psu 組較高 (Fig. 5)。在成長方面，孵化後第 3 天，14 psu 組無第二期蝦苗，與其它各組有顯著差異 ($p \leq 0.05$)；孵化後第 10 天，24、34 及 39 psu 組有發現第四期蝦苗，其佔

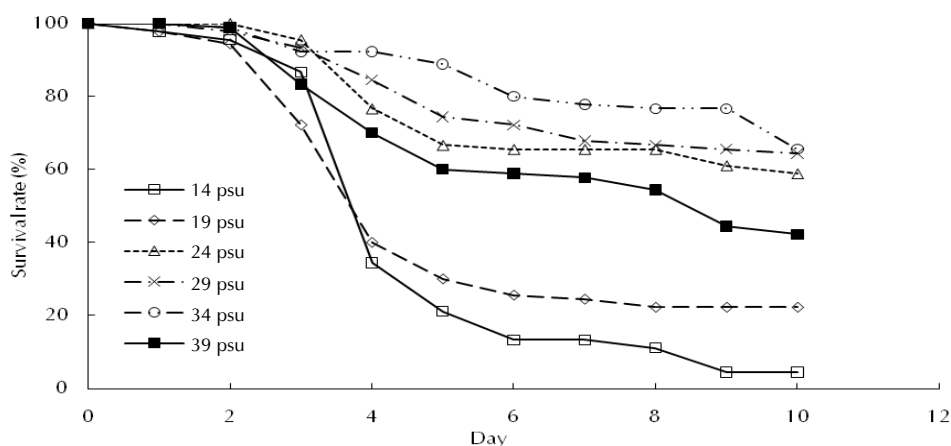


Fig. 5 Survival rate of *Hymenocera picta* larvae with different salinities.

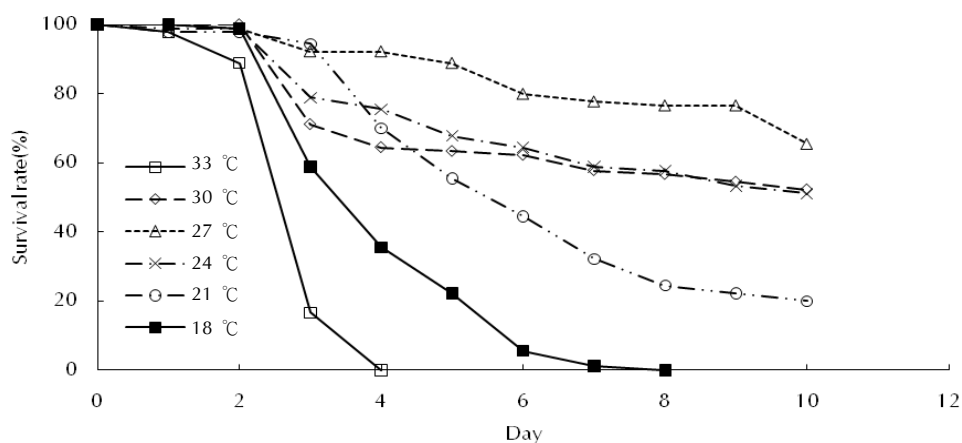


Fig. 6 Survival rate of *Hymenocera picta* larvae at different water temperatures.

活存蝦苗的比例分別為 $3.7 \pm 3.4\%$ 、 $16.7 \pm 21.3\%$ 及 $8.4 \pm 8.8\%$ (Table 3)。

優於無第四期的蝦苗的 $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ 組，而 $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ 組也優於無第三期的蝦苗的 $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ 組 (Fig. 7)。

四、水溫對蝦苗活存之影響

在不同水溫試驗，孵化後第 3 天的油彩蠟膜蝦苗以 $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ 及 $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ 組的活存率較高，並與其它各組有顯著差異 ($p \leq 0.05$)；第 10 天的蝦苗以 24 、 27 及 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 組的活存率較高 (Table 4)。 $33\text{ }^{\circ}\text{C}$ 組在第 4 天全部死亡， $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 組在第 8 天全部死亡 (Fig. 6)。在成長方面孵化後第 3 天，水溫 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 組達到第二期蝦苗佔活存蝦苗的比例為 100%，與其它各組有顯著差異 ($p \leq 0.05$)。 27 、 33 及 $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ 組皆有第二期蝦苗，但 $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ 及 $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 組則完全沒有第二期的蝦苗；孵化後第 10 天，水溫 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 組達到第四期蝦苗佔活存蝦苗的比例為 $84.3 \pm 6.5\%$ 較高於其它各組 ($p \leq 0.05$) (Table 4)，雖然 $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ 組達到第四期的蝦苗佔活存蝦苗的比例不高，但

討論

油彩蠟膜蝦苗初期的餌料密度，以餵食 2 和 4 隻/ml 的豐年蝦無節幼蟲 10 天後有較佳的活存率及成長。餵食 1 及 0.5 隻/ml 的活存率及成長都較差。美人蝦 (*Stenopus hispidus*)、德班氏活額蝦 (*Rhynchocinetes durbanensis*) 及花斑掃帚蝦 (*Saron marmoratus*) 在餵食量過多時也會造成活存率低甚至死亡，而餵食量不足時同樣亦會導致活存率及成長低下的情況 (城, 1997; 城與蔡, 2005; 城等, 2008)。美人蝦、活額蝦及花斑掃帚蝦苗初期適當的餌料密度分別 1、2 及 2 隻/ml 豐年蝦無節幼蟲，但本實驗油彩蠟膜蝦苗初期的餌料需求量 (2 和 4 隻/ml) 似乎較這些蝦種為大。Minagawa and Murano (1993) 指出旭蟹 (*Ranina*

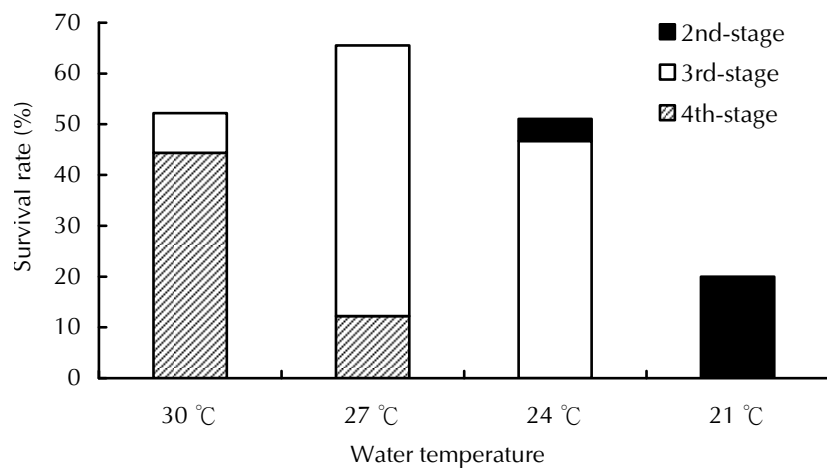


Fig. 7 Survival rate at different zoea stages of *Hymenocera picta* larvae at different water temperature at the 10 dph.

Table 4 Survival rate of *Hymenocera picta* larva under different water temperature

Water temperature (°C)	Survival rate (%) of 3 dph	Survival rate (%) from the 3 dph to 2 nd -stage zoea	Survival rate (%) of 10 dph	Survival rate (%) from the 10 dph to 4 th -stage zoea
18	58.9 ± 11.7 ^c	0.0 ± 0.0 ^d	0.0 ± 0.0 ^c	
21	94.4 ± 6.9 ^a	0.0 ± 0.0 ^d	20.0 ± 5.8 ^b	0.0 ± 0.0 ^b
24	78.9 ± 10.7 ^{ab}	65.7 ± 5.0 ^c	51.1 ± 15.0 ^a	0.0 ± 0.0 ^b
27	92.2 ± 6.9 ^a	84.3 ± 9.3 ^b	65.6 ± 8.4 ^a	16.7 ± 21.3 ^b
30	71.1 ± 6.9 ^{bc}	100.0 ± 0.0 ^a	52.2 ± 8.4 ^a	84.4 ± 6.5 ^a
33	16.7 ± 5.8 ^d	82.1 ± 15.6 ^b	0.0 ± 0.0 ^c	

Values were showed as mean ± SD (n = 3).

Means with a different superscript were significant difference ($p \leq 0.05$).

ranina) 幼苗在不同階段有不同的餌料需求量 (第一期需求為 0.5 隻/ml、第三期需求為 0.6 隻/ml、第五期需求為 1.8 隻/ml 和第七期需求為 2.3 隻/ml 豐年蝦無節幼蟲), 這意味著隨著蝦苗的成長必須供給更多的餌料, 還是需要提供其它餌料以符合蝦苗成長的需求。

蝦苗孵化後 2 天內餵食會有較佳的活存率, 但 10 天後的活存及成長無差異, 而蝦苗孵化後 3 天再餵食就有活存率下降的現象, 且 10 天後的成長也較差。油彩蠟膜蝦苗在 27 ± 1 °C 的環境下, 孵化後 2~3 天將脫第一次殼達到第 2 期蝦苗。造成延遲 3 天及不餵食組在第 3 天活存率降低的原因, 推測是孵化後第 2 天就脫殼成為第 2 期蝦苗的油彩蠟膜蝦, 因為在脫殼後沒有馬上攝食, 所以導致隔天 (第 3 天) 活存率降低, 若繼續不餵食到第 4 天蝦苗就會全數死亡。Kraul and Nelson (1986) 提到在油彩蠟膜蝦苗第 1 次脫殼後才開始

餵食, 而結果也指出孵化後馬上餵食的蝦苗活存率與成長率也沒有較好, 所以孵化後不必馬上投餵餌料, 這與美人蝦、活額蝦及旭蟹的結果不同 (城, 1997; 城與蔡, 2005; Minagawa, 1988)。

低鹽度 (14 psu) 導致第 1 次脫殼的時間延後, 雖然第 10 天的成長並無差異, 這可能因為第 3 期蝦苗的持續時間較長 (Fiedler, 1994), 所以在成長方面較難區別, 但在活存率方面則可明顯區分優劣。降低鹽度對紅尾蝦 (*Penaeus penicillatus*) 幼體變態時間有縮短的趨勢 (Pan, 1993), 而美人蝦幼苗在較低的鹽度下雖然前兩期有較快的脫殼時間和較短的脫殼間隔, 但最後的成長都比鹽度 30 和 35 psu 的差 (城, 1997)。旭蟹在鹽度 20 psu 下從第一期開始的脫殼間隔就比 34 psu 的長, 且成長也較差, 其最好的生長鹽度為 27 ~ 34 psu (Minagawa, 1993), 這與油彩蠟膜蝦幼苗的結果較為相似。

水溫對於油彩蠟膜蝦苗成長的影響在孵化後第3天就有明顯的區別，以30℃最佳，並依溫度的降低而減緩成長。33℃的水溫並沒有促進蝦苗的成長，反而降低蝦苗的活存率並導致死亡，活額蝦苗也有同樣的情況(城和蔡, 2005)。孵化後第10天的蝦苗在24~30℃的水溫環境下皆有不錯的活存率，並以27℃的活存率最高。另外，以30℃的成長最好，且與其它溫度組有統計上的差異。這顯示讓蝦苗成長最快的水溫不一定有最佳的活存率，但超過最佳的成長水溫一定不會有最佳的活存率，在美人蝦、活額蝦及旭蟹(城, 1997; 城與蔡, 2005; Minagawa, 1990)皆有類似的結果。因此最適合油彩蠟膜蝦苗生長的水溫應該是介於27~30℃之間。

綜觀上數的試驗結果，油彩蠟膜蝦初期蝦苗適合培育在水溫27~30℃、鹽度24~34psu的環境，並於孵化後2日內餵飼密度2~4隻/ml豐年蝦無節幼蟲。而從初期蝦苗到後期蝦苗大約還要經過一個月的時間，目前雖已找出適合初期蝦苗生長的環境因子，未來仍將需針對蝦苗的餌料進行研究，期望能找出適合這段時期蝦苗成長的餌料種類及密度，建立成熟的繁殖技術，以為海水觀賞蝦產業盡一份心力。

參考文獻

- 城振誠 (1997) 美人蝦 (*Stenopus hispidus*) 的幼苗培育研究. 國立台灣海洋大學水產養殖研究所碩士論文, 71 pp.
- 城振誠, 蔡萬生 (2005) 餌料、投餵策略及溫度對德班氏活額蝦 (*Rhynchocinetes durbanensis*) 初期蝦苗成長之影響. 水產研究, 13 (1): 45-52
- 城振誠, 林佳樺, 鄭淳予, 蔡萬生 (2008) 花斑掃帚蝦 (*Saron marmoratus*) 繁殖初探. 水試專訊, 21: 11-13.
- 城振誠, 蔡萬生 (2009) 油彩蠟膜蝦繁養殖試驗. 水產試驗所 97 年度年報, 行政院農業委員會水產試驗所, 46 pp.
- Bruce, A. J. (1986) Observations on the family Gnathophyllidae Dana, 1852 (Crustacea: Decapoda). J. Crust. Biol., 6(3): 463-470.
- Bruce, A. J. (1988) A note on the first zoea stage of *Hymenocera picta* Dana (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae). The Beagle, 5(1): 119-124.
- Debelius, H. (1984) Armoured Knights of the Sea. Kernen Verlag, Los Angeles. 120pp
- Fiedler, G. C. (1994) Larval stages of the Harlequin shrimp, *Hymenocera picta* (Dana). M.S. Thesis, University of Hawaii at Manoa, 101 pp.
- Kraul, S. and A. Nelson (1986) The life cycle of the Harlequin shrimp. Freshwater and Marine Aquarium, 9: 28-31.
- Minagawa, M. (1988) Influence of starvation on survival, Growth, feeding success and external morphology of larvae of *Ranina ranina*. Suisanzoshoku, 36: 227-230.
- Minagawa, M. (1990) Influence of temperature on survival, feeding and development of larvae of red frog crab, *Ranina ranina*. Nippon Suisan Gakkaishi, 56: 755-760.
- Minagawa, M. (1993) Effects of salinity on survival, feeding, and development of larvae of the red frog crab, *Ranina ranina*. Nippon Suisan Gakkaishi, 58: 1855-1860.
- Minagawa, M. and Murano, M. (1993) Effects of prey density on survival, feeding rate and development of zoeas of the red frog crab *Ranina ranina*. Aquaculture, 113: 91-100.
- Pan, C. H. and H. P. Yu (1993) Effects of temperature and salinity on the larval development of the red tailed prawn, *Penaeus penicillatus*. J. Fish. Soc. Taiwan, 20: 329-337
- Seib, U. (1973) Sense of smell and pair-bond in *Hymenocera picta* Dana. Micronesica, 9(2): 231-236.
- Wickler, W. (1973) Biology of *Hymenocera picta* Dana. Micronesica, 9(2): 225-230.

Effects of Temperature, Salinity and Feeding on Nursing of Harlequin Shrimp (*Hymenocera picta*) Larvae

Chen-Cheng Cheng^{*}, Meng-Hua Yen, Yan-Chin Chen and Wann-Sheng Tsai

Penghu Marine Biology Research Center, Fisheries Research Institute

ABSTRACT

To develop aquaculture techniques of *Hymenocera picta*, the effects of different types of diets, feeding concentrations, starvation, temperatures and salinities on the growth and survival were investigated. The result showed that 10 dph (days posthatch) larvae feeding with the nauplii of *Artemia* spp. at 2 and 4/ml of feeding had better survival rate and growth. About the delay of feeding, better survival rate and growth would be obtained under feeding within 2 dph. The survival rate was better in which salinity was at 24, 29, 34 and 39 psu. In addition, a better survival rate was obtained in which were raised during the water temperature of 24 ~ 30 °C, but better growth was obtained at 30 °C. Overall, the shrimp would have better survival rate and growth under conditions of 30 °C, 24 ~ 34 psu, and feeding with the nauplii of *Artemia* spp. at 2 ~ 4/ml within 2 dph.

Key words: larval development, feed, salinity, temperature, *Hymenocera picta*

^{*}Correspondence: Penghu Marine Biology Research Center, Fisheries Research Institute, 266 Shili, Magong 880, Penghu, Taiwan. TEL: (06) 995-3416; FAX: (06) 995-3058; E-mail: chengchencheng@mail.ph.tfrin.gov.tw